3180

PROPOSIZIONI
DI
FISICA MATEMATICA

CHE PER PUBBLICO ESERCIZIO DE' SUOI STUDJ SI PROPONGONO

DAL NOBIL UOMO

DOMENICO MICHIEL

STUDENTE DELLA FILOSOFIA

NEL SEMINARIO E COLLEGIO PATRIARCALE

DI S. CIPRIANO IN MURANO

DIRETTO DA' C. R. S.

A CHIUNQUE FAVORIRA' DOPO IL TERZO
DI RICERCARNE LA DIMOSTRAZIONE

ASSISTENDO

D. NICCOLO' PASQUALIGO C. R. S.

LETTOR DI FILOSOFIA E MATEMATICA.

VENEZIA
1804
PER PIETRO ZERLETTI
CON REGIA APPROVAZIONE.

Hæc igitur gravitas, quæ terræ corpora jungit,
Subjecta humanis fuerit cum sensibus omni
Tempore, non tamen ante suas patefecerat orbi,
Queis generat motus, atque urget pondera, leges,
Tyrrheni quam magna viri effulsere reperta.

Phil. Recent. Lib. 2 ver. 785 & seq.

PROPOSIZIONI

DI

FISICA MATEMATICA

I.

Risiede in tutti i corpi la forza d'inerzia, in virtù della quale tendono a perseverare nello stato in cui sono, e resistono ad ogni e qualunque mutazione. Essa è sempre proporzionale alla massa, o alla quantità di materia di ciascun corpo.

II.

Non esiste dunque forza alcuna motrice ne' corpi, perchè per loro natura inattuosi radicalmente ed inerti. Ma poichè regna d'altronde in natura un moto continuato, convien riputare che Iddio agente immateriale e principio unico delle cose, per mezzo di certe generali e primitive cagioni, lo produca perpetuamente e lo rinnovi.

III.

Una di queste cagioni vuolsi dire la gravità, la quale conviene a tutti i corpi, mentre all'esperienza sottoposti ci dimostrano d'esser gravi. Essa è diversa dal peso, e tende nella sua direzione verso la superficie della terra per una linea perpendicolare all'orizzonte della medesima.

IV.

Varie ipotesi immaginarono i filosofi ad assegnare la

Fig.

causa fisica della gravità e de' suoi fenomeni. Alcuni pretesero doversi risguardare siccome causa della gravità certi picciolissimi atomi adunchi, che diffondendosi dal centro della terra a sè traggono con gran forza ogni sorta di corpi. Altri ebbero ricorso a' vortici della materia eterea, e disponendogli a loro capriccio tentarono di spiegare meccanicamente la causa della gravità. Le quali ipotesi, poichè contrarie sono ed alla esperienza ed alle leggi stesse della meccanica, stabiliamo con Newton essere la gravità una forza insita dal sapientissimo autore della natura a ciascheduna particella della materia per cui i corpi secondo alcune stabilite e determinate leggi costretti sono a gravitare gli uni sugli altri vicendevolmente.

V.

I corpi di spezie qualunque cadono nel vôto con eguale celerità, come dimostrano le sperienze istituite da Newton da s' Gravesand e da Muschembroek, dalle quali risulta che il peso segue la ragion diretta delle masse (*).

VI.

1 Non cosi però avviene ne' corpi i quali costretti sono ad eseguire i loro movimenti in un qualche mezzo. Movonsi essi allora con ineguale celerità e l'esperienze istituite dal Sig. Desaguilliers sulla discesa de' corpi da grandi altezze dimostrano, che la velocità de' corpi, che cadono, non è proporzionale alla loro massa. La varia

(*) Per esercizio di lingua questa questione si disputerà in latino alla maniera degli scolastici.

temperatura però e la diversa stagione non portano al- Fig.
cuna differenza nella gravità.

VII.

Ma la gravità varia ne' differenti luoghi della terra. 2
Cresce essa a' poli e diminuisce all'equatore. La cagione di questa ineguaglianza vuolsi attribuire, non già principalmente alla diversa densità della terra, siccome 3
pensarono alcuni, ma bensì all'aumento e al decremento della forza centrifuga.

VIII.

Considerato il centro della terra come quello de' corpi gravi si può credere, che la gravità non sia sempre la stessa ad una più o men grande distanza da questo centro: anzi stabilisce Newton decrescere la gravità come cresce il quadrato delle distanze.

IX.

Se però si considera la gravità de' corpi come la ve- 4
locità attuale con cui discendono dall'alto al basso, non è dessa la medesima sul principio e sul fine della caduta. Il che chiaramente dimostra essere un effetto della gravità l'acceleramento, che acquistano i corpi nel discendere.

X.

E poichè la forza, che fa cadere i corpi, è sempre 4
uniforme, e agisce sopra di loro egualmente a ciaschedun istante, i corpi cadono verso la terra con una celerità uniformemente accelerata; e i gradi di velocità che acquistano nella loro caduta sono direttamente come gl'istanti che impiegano nel cadere.

XI.

Gli spazj percorsi da' corpi in ciascun istante della loro caduta seguono la progressione aritmetica de' numeri impari: 1, 3, 5, 7, 9, ec. Gli spazj poi, che i corpi percorrono nella durata della loro caduta, sono fra loro come i quadrati dei tempi o delle velocità, e per conseguenza le velocità ed i tempi sono in ragione suddupli-cata degli spazj.

XII.

Sapendosi dopo Galileo, che un grave cadendo per 1" di tempo descrive 15 piedi parigini, 1 pollice 2 linee ed $\frac{1}{12}$, col mezzo delle dottrine sin ora esposte si sciolgono i seguenti problemi:

(1) Un corpo cadendo da una determinata altezza *a* acquistò gradi *b* di velocità; come puossi ottenere ch' egli abbia una velocità doppia, tripla, m.pla

(2) Si domanda quale spazio abbia percorso il corpo *a* nel tempo *b*.

(3) Un corpo percorse in virtù della gravità l' altezza *a*, si domanda il tempo c'à impiegato a percorrerla.

XIII.

Dal sin qui detto sembrerebbe che un corpo, il quale cade da una grandissima altezza, debba arrivare alla superfizie della terra con un' enorme velocità. Pure non è così; anzi i corpi che si fanno cadere da notabile altezza, giunti che sieno ad un certo termine della loro discesa, cangiano il loro movimento accelerato in uniforme. Questo cangiamento lo ripetiamo dalla resistenza del mezzo in cui il corpo si move.

XIV. Fig. 4

Lo spazio che percorre un corpo con velocità uniforme e costante in virtù della celerità acquistata è duplo di quello che percorrerebbe nello stesso tempo con un moto accelerato; e per conseguenza impiegherà a discendere con moto equabile la metà del tempo che occuperebbe a discendere con moto accelerato.

XV.

Ogni corpo che si muove da basso all'alto colla celerità medesima acquistata nella sua discesa, descriverà in egual tempo quello spazio medesimo che percorse cadendo. Ma gli spazj in ciaschedun istante percorsi si descriveranno secondo la proporzione inversa de' numeri: 9, 7, 5, 3, 1. Quindi sarà facile conoscere l'altezza alla quale si sarà alzato un corpo, lanciato perpendicolarmente dal basso in alto, allorchè si sappia il tempo che avrà impiegato per ricadere verso la superficie della terra.

XVI.

Una bomba lanciata in alto verticalmente è ricaduta in terra dopo *m.*" a qual altezza si è sollevata?

XVII.

Tra l'istante in cui lasciai cadere un picciol globo di piombo in un pozzo, e l'istante in cui mi venne all'orecchio il suono della percossa, contai un tempo *t*. Posto che il suono percorra uniformemente 173 tese in 1" determinar la profondità *x* del pozzo; e quando l'equazione fosse quadratica distinguere il valore, che scioglie il problema.

Fig.

XVIII.

La forza o la gravità relativa colla quale si muove un corpo pella lunghezza d'un piano inclinato è alla forza o gravità assoluta colla quale si muove secondo l'altezza di questo piano, come l'altezza del piano è alla sua lunghezza, ossia come il seno dell'angolo d'inclinazione al seno toto.

XIX.

Quindi la forza o gravità relativa colla quale discende un corpo per piani inclinati di eguale lunghezza è proporzionale all'altezza de' piani medesimi. Che se le altezze de' piani sono eguali, la forza o la gravità relativa acquistata sarà reciprocamente siccome le lunghezze de' piani.

XX.

I corpi, che cadono per piani inclinati acquistano a ciascun istante eguali gradi di celerità, e mantengono quindi nella loro caduta le leggi medesime a cui van soggetti i corpi, che cadono perpendicolarmente all'orizzonte.

XXI.

La velocità, che un corpo acquista, movendosi per un piano inclinato stà alla velocità, che nel tempo medesimo acquisterebbe cadendo perpendicolarmente, come l'altezza del piano stà alla sua lunghezza. Lo spazio poi sopra un piano inclinato percorso in un dato tempo stà allo spazio che questo corpo percorrerebbe in un tempo eguale sopra un piano perpendicolare, come l'altezza di questo piano stà alla sua lunghezza, e in conseguenza

come il seno dell'angolo d'inclinazione stà al seno tota- Fig.
le. Ma lo spazio, che questo corpo nel piano inclinato realmente percorre in un tempo eguale a quello, che gli bisognerebbe per cadere perpendicolarmente dall'altezza di questo stesso piano, è determinato dalla parte del piano intercetta tra il suo vertice e la normale condotta dall'angolo retto sul piano inclinato.

XXII.

Un corpo impiega a discendere obbliquamente per una 6
corda qualunque di un cerchio tanto tempo quanto gliene bisognerebbe a discendere pel diametro di questo cerchio posto verticalmente. Che se dall'estremità del diametro d'un circolo si tirino quante vogliansi mai corde, saranno queste isocrone, cioè nel tempo medesimo percorse. E se si descrivano più circoli eccentrici, i quali ad un punto si uniscano, e quindi varie corde si conducano alle circonferenze de' varj circoli, i corpi lasciati cadere nel medesimo istante per ciascheduna corda dal punto in cui i circoli si uniscono, arriveranno tutti nel tempo medesimo alla circonferenza di ciaschedun cerchio.

XXIII.

Il tempo impiegato da un corpo a percorrere la lun- 5
ghezza d'un piano stà al tempo impiegato a discendere a perpendicolo dall'alto del piano medesimo sino all'orizzonte, come la lunghezza del piano medesimo è alla sua altezza. La velocità poi, che un corpo acquista al fine della sua caduta per un piano inclinato è uguale a quella che avrebbe se fosse caduto perpendicolarmente dall'altezza del piano medesimo.

Fig.

XXIV.

7 La velocità, che acquista un corpo obbligato a cadere successivamente per diversi piani contigui, non tenendo conto degli ostacoli, che siffatto corpo viene a soffrire coll'urtare contro gli angoli, è esattamente uguale a quella, che acquisterebbe cadendo perpendicolarmente da un'altezza eguale. Che se si voglia calcolare il ritardo, che incontra un corpo negli angoli accennati; sarà la velocità al fine della sua caduta per un piano inclinato alla velocità con cui comincia a cadere per un piano contiguo, come il seno toto al seno dell'angolo di complemento fatto da' piani, e la velocità perduta come il seno verso. Per la qual cosa se l'angolo formato da' piani sarà infinitesimo la velocità perduta sarà una quantità infinitesima di secondo ordine; e quindi la velocità perduta nella discesa di un grave per una curva è una quantità infinitesima.

XXV.

Dovendosi lasciar cadere da una data altezza un cor-
4 po, assegnargli il piano inclinato, che deve percorrere, acciò la discesa succeda in qualunque tempo dato, maggiore di quello, ch'egli impiegherebbe cadendo perpendicolarmente; e determinar nel tempo stesso la distanza della perpendicolare dal punto estremo del piano medesimo preso prima nell'orizzonte apparente, poi nell'orizzonte vero, al quale arriverà il grave; e stabilir quindi l'angolo d'elevazione nel piano.

XXVI.

EG è un piano inclinato che colla base GF para-

lella all'orizzonte fa il dato angolo EGF. Per il piano Fig.
inclinato EG io lascio cadere una palla, la quale va
ad urtare in un corpo sonoro posto al punto G. Osservo
e noto quanto tempo passa tra l'istante in cui lascio ca-
dere la palla dal punto E, e l'istante in cui sento il rim-
bombo della percossa fatta dalla palla sopra il corpo so-
noro posto in G. Quindi essendo determinato questo tem-
po, che chiamo T., domando qual sia la lunghezza del
piano EG e l'altezza perpendicolare EF?

XXVII.

Le vibrazioni de' pendoli in archi sommamente pic-
coli, sebben tra sè disuguali, si fanno in tempi sensibil- 3
mente uguali; che se gli archi sono simili, ma i pendoli
abbian differente lunghezza, i tempi delle vibrazioni sa-
ranno fra sè in ragion sudduplicata delle loro lunghezze.

XXVIII.

La velocità acquistata da un pendolo nel fine della
sua caduta è come le corde degli archi, ch'egli de- 3
scrive.

XXIX.

Il numero delle vibrazioni fatte da un dato pendolo
in un tempo dato è in ragion inversa della radice qua- 3
drata della lunghezza del pendolo; e perciò le lunghezze
de' pendoli sono inversamente, come i quadrati de' nu-
meri delle oscillazioni.

XXX.

Sapendosi colla scorta dell'esperienza, che un pendo-
lo della lunghezza di piedi 3, linee 8 $\frac{1}{2}$ impiega un se- 3
condo a fare ciascuna delle sue vibrazioni, si può rica-

Fig. vare dalle dottrine sin ora esposte la soluzione de' seguenti problemi.

(1) Data la lunghezza del pendolo AF, il quale fa le sue oscillazioni in un secondo, trovar la lunghezza del pendolo AC, che oscilli in un tempo dato.

(2) Determinare il tempo che il pendolo AC, di una data lunghezza, impiega a fare le sue oscillazioni.

(3) Noto essendo il numero delle oscillazioni che il pendolo AC fa in un dato tempo determinar la lunghezza di questo pendolo.

XXXI.

8 Se le lunghezze di due pendoli sono come le forze di gravità da cui sono animati, le loro oscillazioni si faranno nello stesso tempo, cioè saranno isocrone.

XXXII.

Siano eguali due pendoli animati da forze ineguali: i tempi in cui compiranno le lor vibrazioni saranno in ragion reciproca sudduplicata delle forze da cui sono mossi, e perciò queste forze saranno in reciproca duplicata de' tempi in cui si eseguiscono le oscillazioni. Il numero poi delle vibrazioni, che questi pendoli eguali faranno nel tempo stesso starà nella diretta sudduplicata delle forze da cui sono mossi: dal che si deduce il metodo di calcolare il numero delle vibrazioni, che due pendoli eguali faranno nello stesso tempo immersi in diversi liquori.

8

XXXIII.

Calcolare la gravità specifica de' liquori e de' solidi per mezzo de' pendoli; e dimostrare inoltre se la forza

di gravità ne' diversi luoghi della superficie della terra sia la medesima, ovvero varia ed incostante. Fig.

XXXIV.

Un pendolo d'una lunghezza λ che essendo ben regolato dovrebbe fare in un certo tempo un numero n di vibrazioni, ne fa un numero $n \pm p$. Quanta sarà la lunghezza $\pm x$, che gli si dovrà aggiungere o togliere per regolarlo?

XXXV.

Dato un pendolo composto di due o più pesi determinare il centro d'oscillazione. 9

XXXVI.

Dato un pendolo CA composto di due pesi l'uno inferiore ed immobile A = 6 oncie, l'altro superiore e mobile B = 288 oncie, trovar nella verga CA = 4 piedi un luogo Q tale, che fissandovi il peso B le oscillazioni si facciano in un secondo. 9

XXXVII.

Costruzione ed affezioni principali della Cicloide, spettanti al moto dei pendoli. Discesa isocrona de' corpi per qualunque arco della Cicloide. Il pendolo adattato a due semicicloidi descrive col suo moto una Cicloide. Applicazione della Cicloide agli orologi. 10 11 12

XXXVIII.

Un corpo, colla celerità acquistata nel punto infimo della sua caduta, descrive nel tempo d'una vibrazione un semicircolo, che à per diametro l'arco della cicloide dal corpo stesso descritto. 13

Fig.

XXXIX.

Il tempo d'una vibrazione qualunque è al tempo del-
10 la caduta verticale per la semilunghezza del pendolo, come la periferia al diametro.

XL.

3 Lo spazio descritto da un corpo, che cade perpendicolarmente, mentre un pendolo fa un'intera oscillazione è ottuplo della lunghezza del pendolo.

XLI.

Il tempo della caduta per un arco picciolissimo d'un circolo è al tempo della caduta per la corda come la quarta parte della circonferenza al diametro.

XLII.

14 Un corpo qualunque in direzione orizzontale lanciato, ovvero in qualunque direzione obbliqua all'orizzonte descriverà una parabola, di cui è proprietà principale, che i quadrati delle ordinate sieno fra loro come le ascisse corrispondenti.

XLIII.

Determinar la trajettoria d'un mobile lanciato obbliquamente con una data celerità, e stabilir quindi una equazion generale in cui si contenga tutta la teoria della
16 Balistica, o arte del bombardare; per cui si possano sciogliere tutti i problemi spettanti all'arte medesima.

XLIV.

Nota essendo l'ampiezza del tiro, e la forza colla qua-
16 le un corpo viene spinto, trovar l'angolo d'elevazione, o la direzione che deve darsi ad un cannone onde colpisca un dato scopo qualunque, il quale si trovi o nell'

orizzonte, o al di sopra, o al di sotto dell'orizzonte medesimo. Fig.

XLV.

L'ampiezza del tiro è sempre in ragion costante, ossia come il seno del doppio angolo d'elevazione, e perciò quanto più a crescer venga quest'angolo, tanto più aumenterassi la lunghezza del tiro. Quindi la massima distanza a cui può gettarsi un projetto, o dir vogliamo il massimo tiro, si viene ad ottenere quando l'angolo d'elevazione è semiretto. 17

XLVI.

Sebbene ottener si possa con una doppia direzione l'ampiezza del tiro giova ciò non pertanto in alcuni casi preferir l'una all'altra. Si fa uso della direzione contenuta al di sotto dell'angolo semiretto, quando lo scopo è un piano verticale, come un muro. Quando poi lo scopo da colpirsi è un tetto si adopera, allora la direzione ch'è al di sopra dell'angolo semiretto. 17

XLVII.

Conosciuta essendo la massima ampiezza che si descrive da un projettile sotto ad una data forza di projezione, determinar l'ampiezza del tiro ad un qualunque angolo d'elevazione, rimanendo la medesima la forza della polvere. Per mezzo di questo problema si possono costruire delle tavole opportune a misurar l'ampiezza di ciaschedun angolo d'elevazione, siccome le costruì Galileo, Torricelli, Blondel, e con diverso metodo Belidor.

XLVIII.

L'altezza a cui vien lanciato un projetto collo stesso 17

Fig. grado di forza a diverse elevazioni è come il seno verso del doppio angolo d'elevazione. Conosciuta quindi essendo la lunghezza del tiro, e l'angolo d'elevazione, stabilir si potrà la massima altezza a cui ascenderà un grave per una data elevazione con una determinata forza.

XLIX.

17 Il tempo che impiega un projetto a descrivere una parabola collo stesso grado di forza a diverse elevazioni è come il seno del semplice angolo d'elevazione.

L.

Due notizie vorrebbe un bombardiere: 1°. quale sia la più facile maniera di determinare la forza della polvere:
14 2°. come possa prevenirsi l'intempestivo scoppiar d'una bomba, cosicchè determinata per esempio la forza della polvere $a = 370$ tese, trovati gli angoli $SBG = 6°, 12'$, $DBG = 32°, 50'$, e conosciuta la distanza $BS = 564$ tese la bomba scoppj nel medesimo istante in cui giunge allo scopo S.

Fig. 1

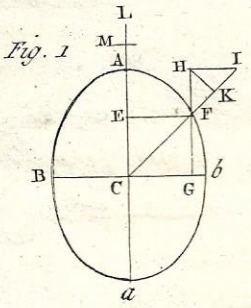

Fig. 2

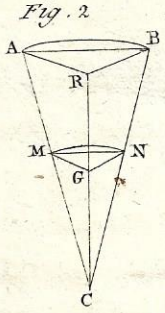

Fig. 3

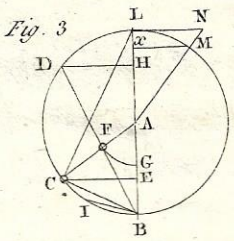

Fig. 4

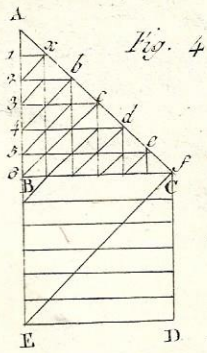

Fig. 5

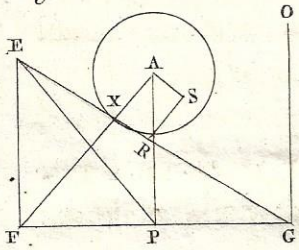

Fig. 6

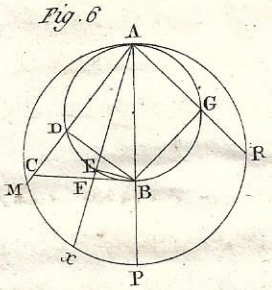

Fig. 7

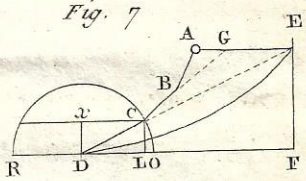

Fig. 8

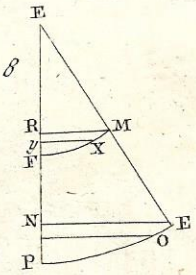

Fig. 9

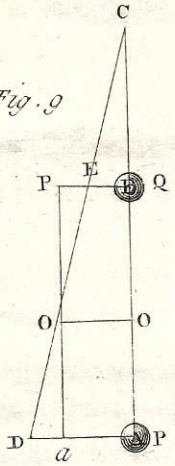

Fig. 10

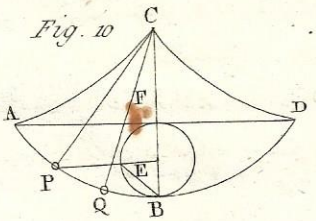

Fig. 13

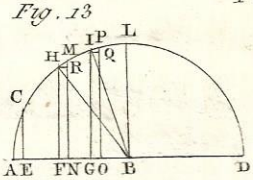

Fig. 11

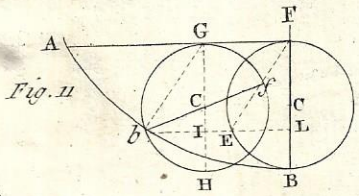

Fig. 14

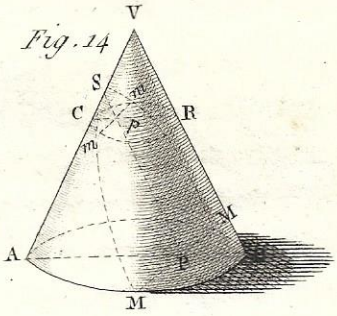

Fig. 12

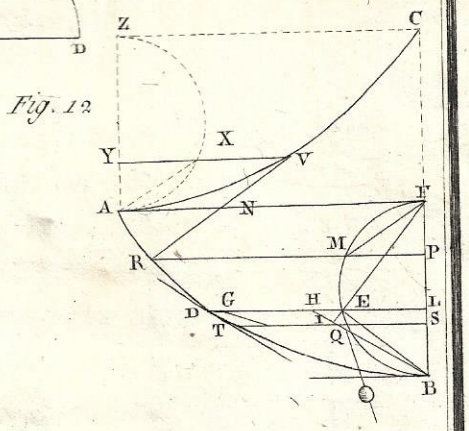

Fig. 15

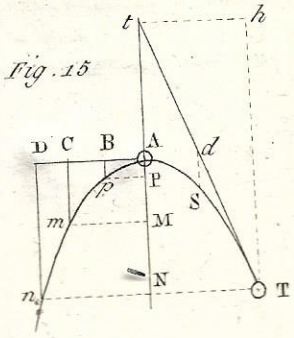

Fig. 16

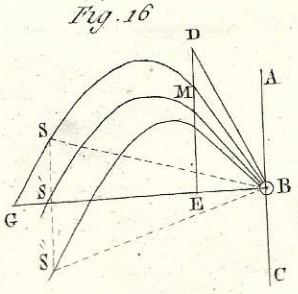
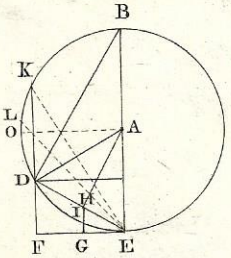
Fig. 17